

令和3年7月豪雨による地盤災害調査報告書 (福井県嶺北地域)

令和3年8月

(公益社団法人) 地盤工学会関西支部調査団

序

令和3年7月27～28日に福井県嶺北地域（福井市西部，越前町）において短時間で極めて局所的な集中豪雨があり，多数の被害が発生した。本報告書は（公社）地盤工学会関西支部，（公財）福井県建設技術公社，NPO福井地域地盤防災研究所の合同で調査団を設置して調査を行った結果を示す。調査の内容は，被害が顕著であった斜面・擁壁崩壊，河川護岸被害を主な対象とした。被災箇所は多数あったが，大規模な被害は少なかったため，個別の被害の詳細な原因分析を行うことはしないで，短時間で極めて局所的な集中豪雨で，どのような被害が生じるかを全体的に把握することを目標とした。調査の方法としては，福井県土木部砂防防災課，福井土木事務所から提供していただいた被災箇所リスト（福井県管理箇所65，市町管理箇所11）に基づいて，調査団全員で1日をかけて，福井県管理14箇所，市町管理3箇所の現地を回り，被害の原因や特徴の概要を把握することを試みた。

以下に調査団の構成を示す。

荒井 克彦 福井大学名誉教授，NPO 福井地域地盤防災研究所
藤本 明宏 福井大学学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 准教授
辻野 和彦 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授
芹川 由布子 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 助教
久保 光 福井県工業技術センター 建設技術研究部
室田 正雄 （公財）福井県建設技術公社
城戸 渉 （株）田中地質コンサルタント
藤田 有二 （株）田中地質コンサルタント
梅田 祐一 （株）デルタコンサルタント
片山 俊宏 中央測量設計(株)
福田 育広 前田工織(株)

当調査団の活動は，（公財）福井県建設技術公社の産学官共同研究支援制度の助成を受けて実施した。調査団の活動に当たっては，福井県土木部砂防防災課・福井土木事務所から多数の資料を提供していただいた。現地調査に当たっては，この地域の地理に詳しい（公財）福井県建設技術公社 室田正雄氏に先導役を務めていただき，短時間で多数の被災箇所を回ることができた。各被災箇所における3Dモデルは福井工業高等専門学校 辻野和彦教授に作成していただいた。これらの機関の方々の御配慮に深く感謝の意を表します。

（公社）地盤工学会関西支部 令和3年7月豪雨による地盤災害調査団

目次

第1章 災害の概要	・・・1
第2章 道路の被害	・・・12
2.1 斜面崩壊	・・・12
2.1.1 被災 No. 57 土砂流出	・・・12
2.1.2 被災 No. 58 土砂流出	・・・14
2.1.3 被災 No. 64 ブロック積崩壊	・・・16
2.1.4 被災 No. 市4 法面崩壊	・・・20
2.1.5 その他の斜面崩壊事例	・・・22
2.2 路肩崩壊・側溝破損	・・・23
2.2.1 被災 No. 市5 路肩崩壊など	・・・23
2.2.2 被災 No. 市6 側溝破損，法面崩壊	・・・26
2.2.3 その他の路肩崩壊事例	・・・29
2.3 道路被害のまとめ	・・・30
第3章 河川の被害	・・・32
3.1 堤防	・・・32
3.1.1 被災 No.1 堤防法面崩壊	・・・32
3.1.2 被災 No.3 堤防決壊	・・・33
3.2 護岸（河床洗堀）	・・・36
3.2.1 被災 No. 8 護岸崩壊	・・・36
3.2.2 被災 No.10 護岸崩壊	・・・38
3.2.3 被災 No. 26 護岸崩壊	・・・40
3.2.4 被災 No. 46 石積護岸基礎部崩壊	・・・42
3.2.5 被災 No. 63 兼用護岸洗堀	・・・44
3.2.6 その他の河床洗堀事例	・・・47
3.3 護岸（裏込め浸食）	・・・50
3.3.1 被災 No.16 護岸崩壊	・・・50
3.3.2 被災 No. 22 護岸崩壊	・・・51
3.3.3 その他の裏込め浸食事例	・・・54
3.4 護岸（その他）	・・・55
3.4.1 被災 No. 51 斜面崩壊，護岸擦付部崩壊，護岸背面吸出し	・・・55
3.4.2 その他の被災事例	・・・58
3.5 河川被害のまとめ	・・・63
第4章 全体のまとめ	・・・65

第1章 災害の概要

福井市西部，越前町における被災地域の地形を図-1に，地質を図-2に，河川位置を図-3に示す。

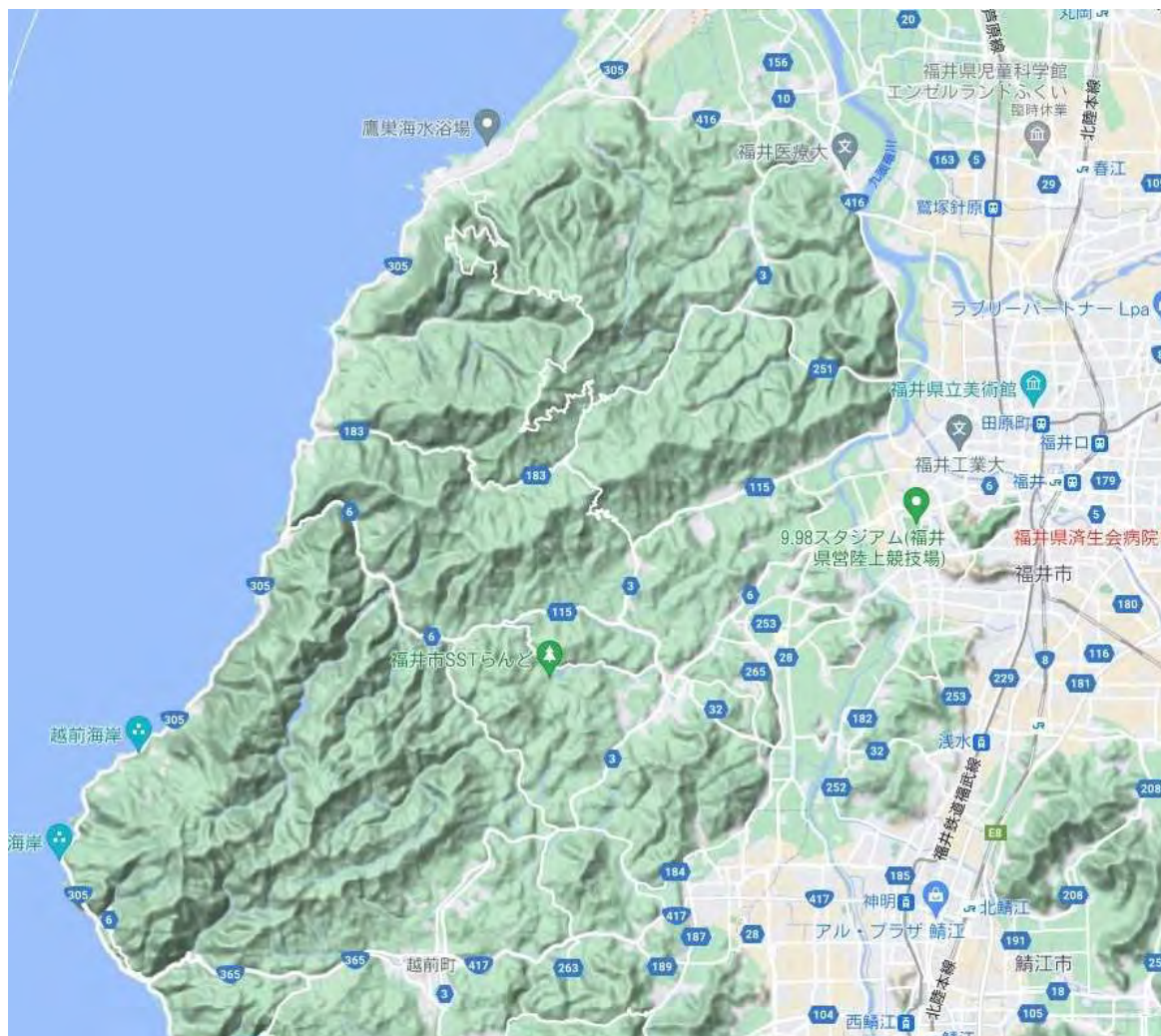


図-1 被災地域の地形（Google マップより引用）

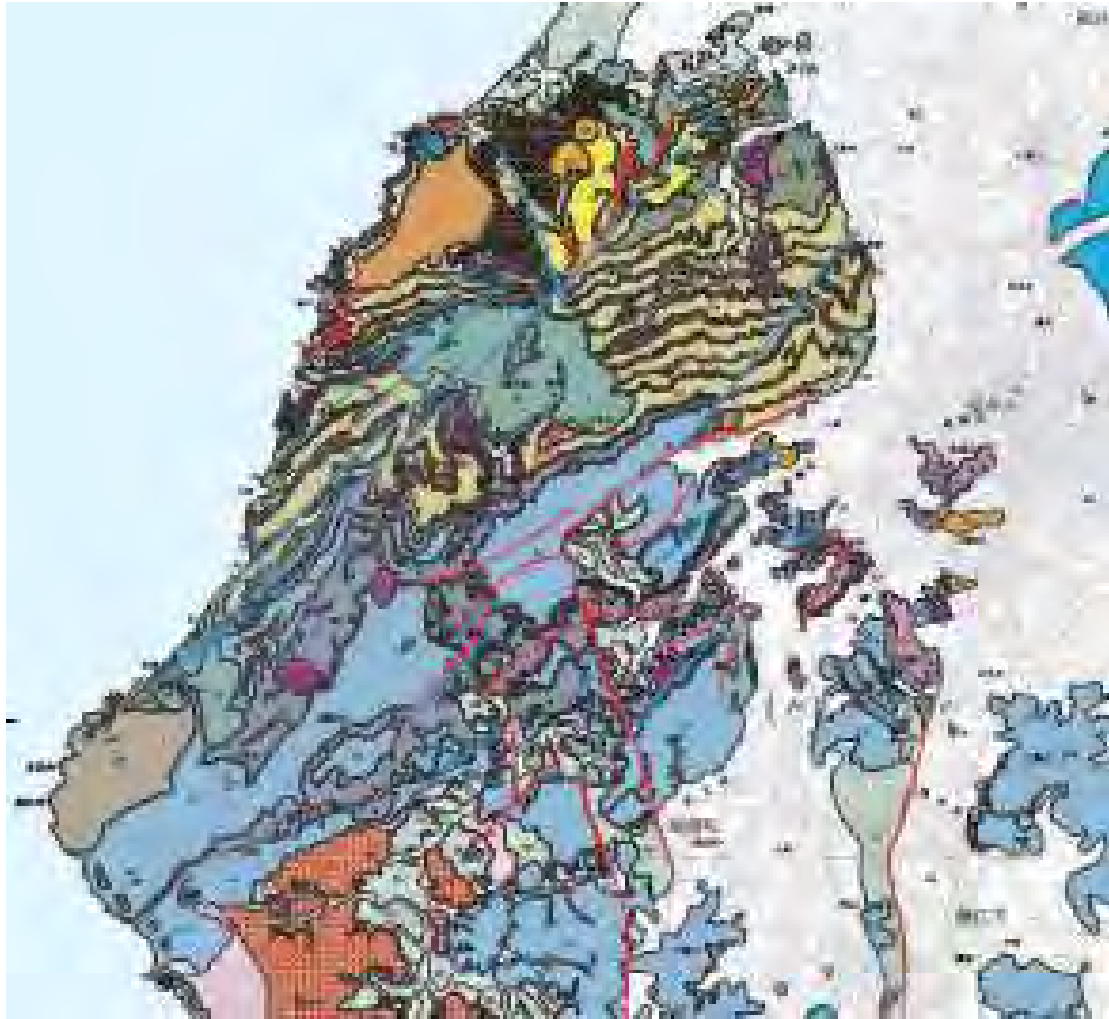


図-2(a) 被災地域の地質

(「福井県地質図 2010 年版, (公財) 福井県建設技術公社」より一部を抜粋して引用)

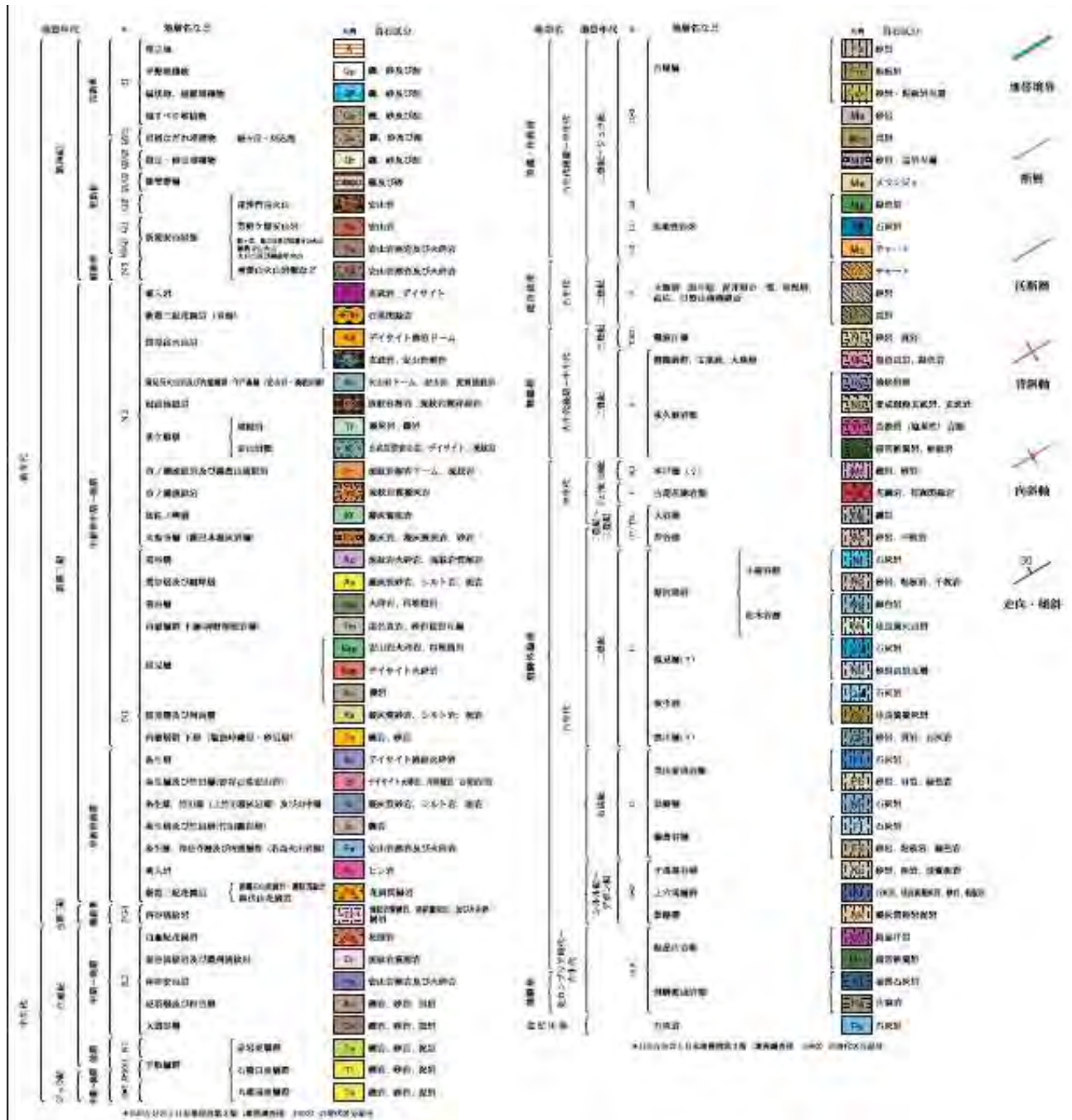


図-2(b) 図-2(a)の記号説明
 (「福井県地質図 2010 年版, (財) 福井県建設技術公社」より引用)

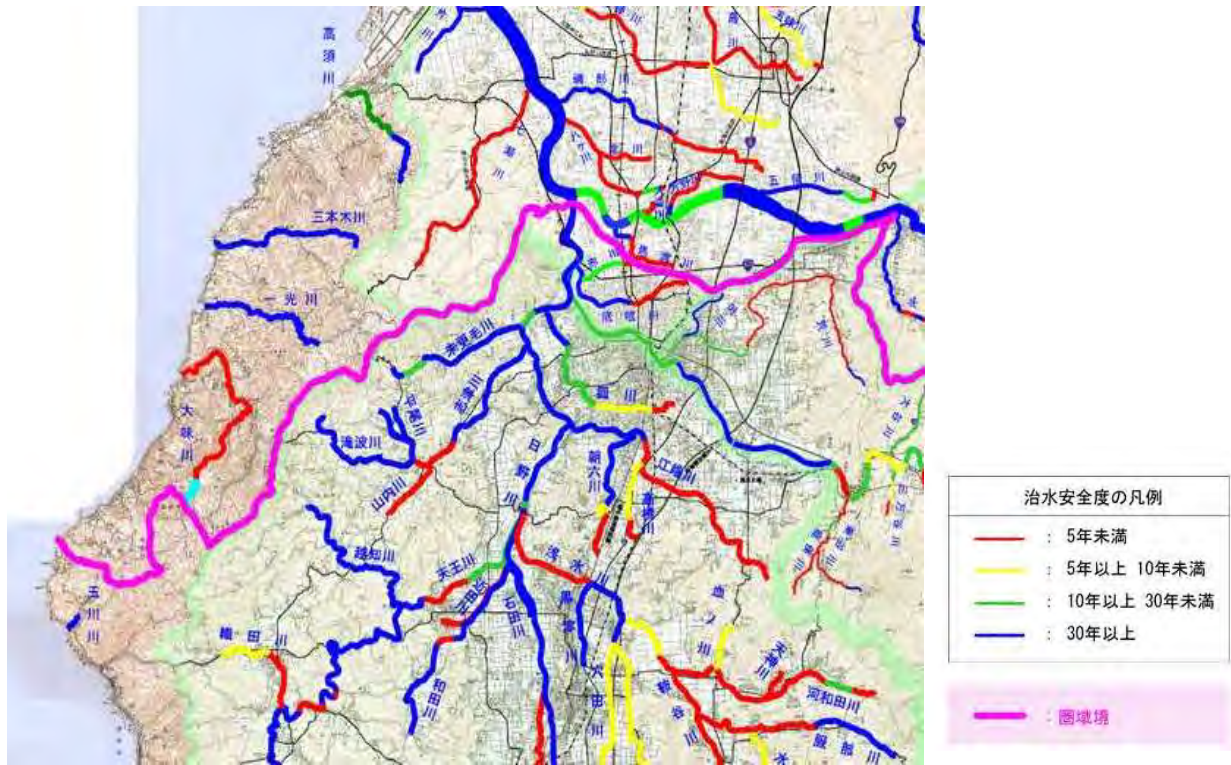
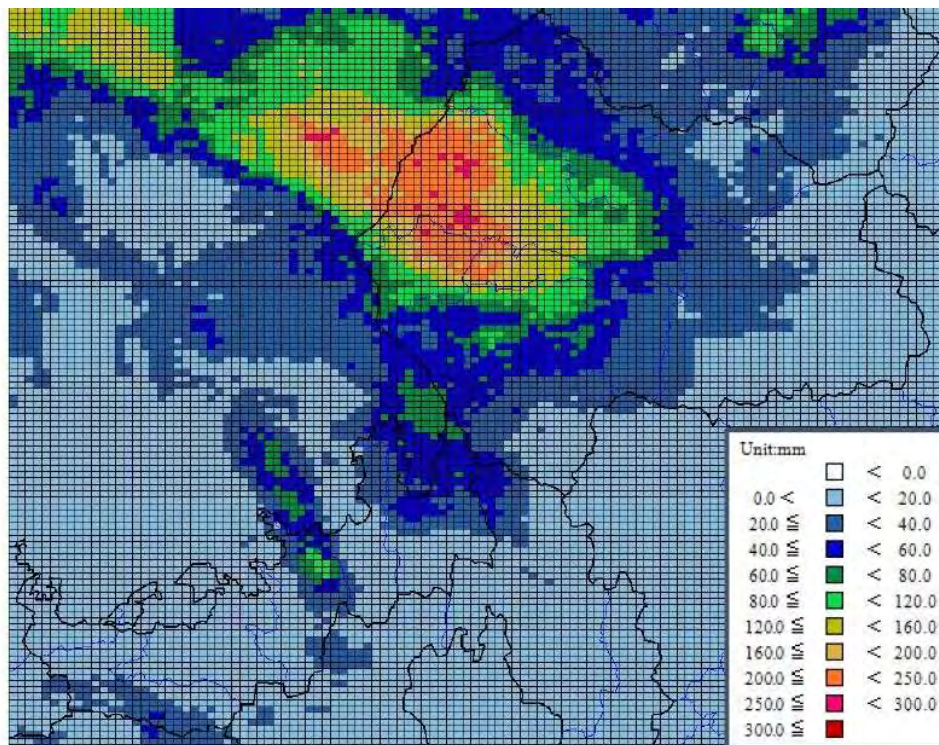


図-3 被災地域の河川位置図（福井県ホームページより引用）

福井地方気象台による解析雨量の積算分布図を図-4に、気象レーダー画像を図-5に示す。



※解析雨量とは、気象レーダーとアメダス等の地上の雨量計により観測されたデータを組み合わせ、1km四方ごとに過去1時間雨量分布を解析したものです。

図-4 解析雨量の積算分布図（7月28日1時～29日16時）
 （「福井地方気象台：令和3年7月29日の大雨に関する福井県の気象速報」より引用）

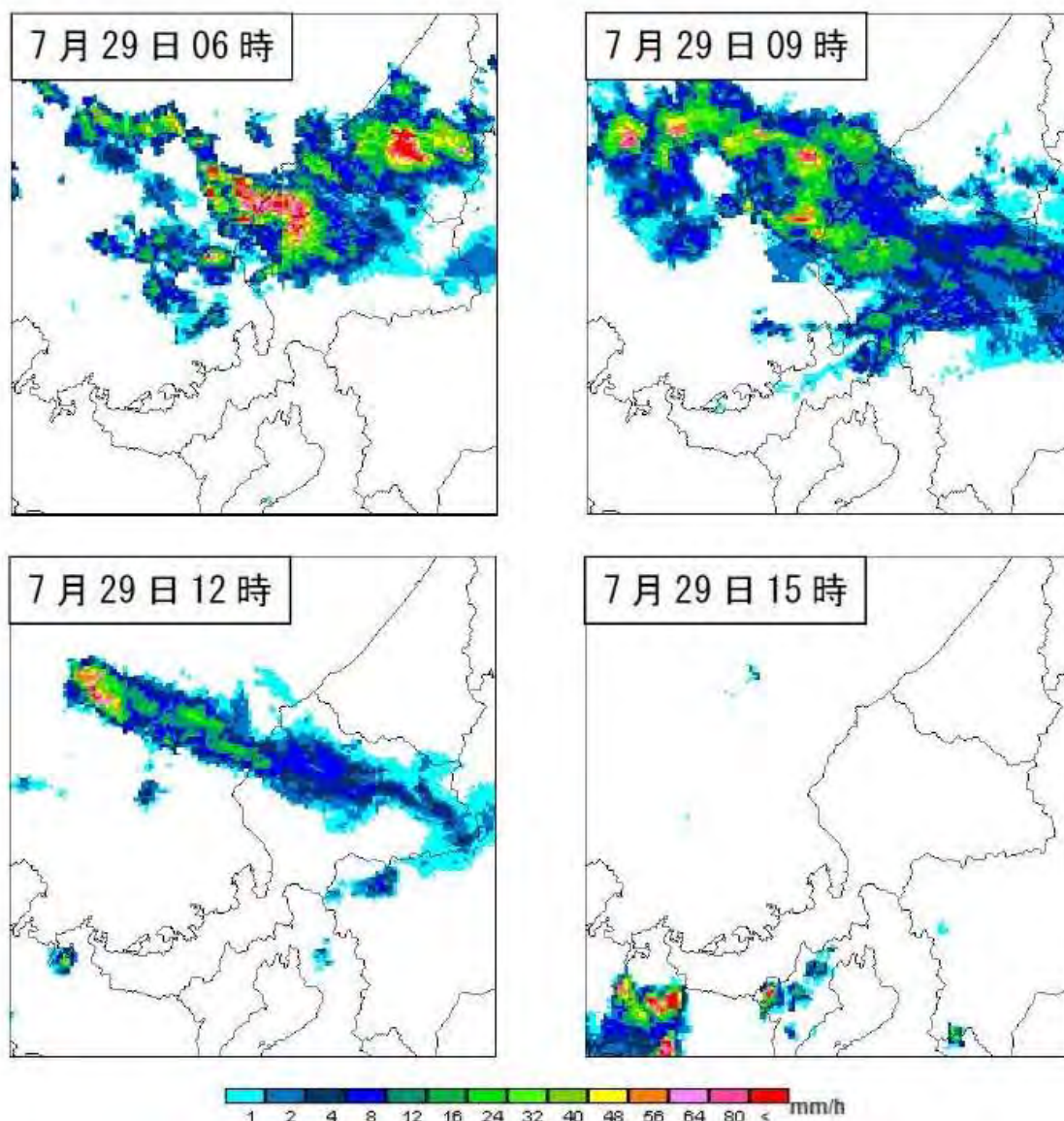
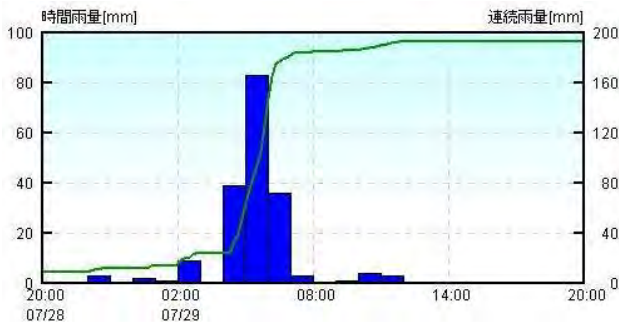
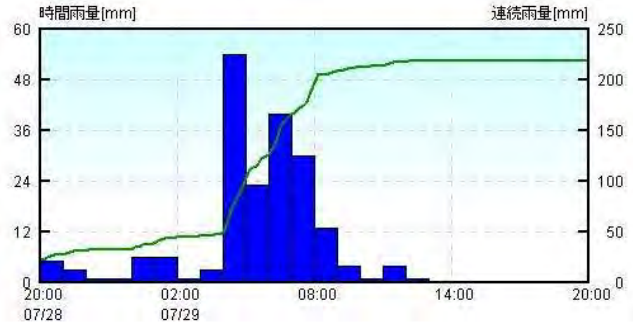


図-5 気象レーダー画像
 （「福井地方気象台：令和3年7月29日の大雨に関する福井県の気象速報」より引用）

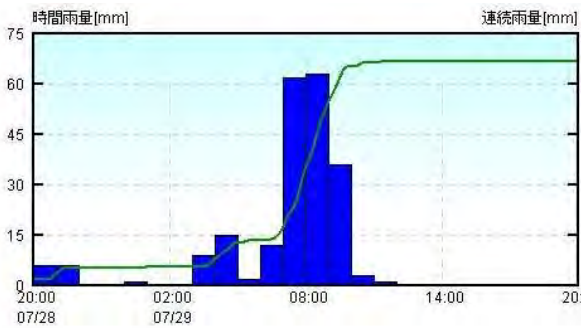
福井県河川・砂防総合情報による、雨量観測所ごとの降雨量の時間的推移を図-6に示す。雨量観測所の地図上の位置は図-9に示す。図-6で、多数の被害が発生した国見岳、蒲生、小羽、上糸生、赤井谷、鯖江丹生分庁舎で累積雨量が200mmを超えており、小羽、上糸生では240mmを超えている。多くの雨量観測位置で5時～9時の短時間に降雨量が集中しており、時間雨量は30～60mm/hに達している。図-6で、累積雨量が200mmに達していない雨量観測位置の付近では、ほとんど被害が発生していない。短時間で極めて局所的な降雨が今回の災害の特徴である。気象台（アメダス）の資料は、図-6の越廼、福井のみであり、今回の集中豪雨を捉えられていない。



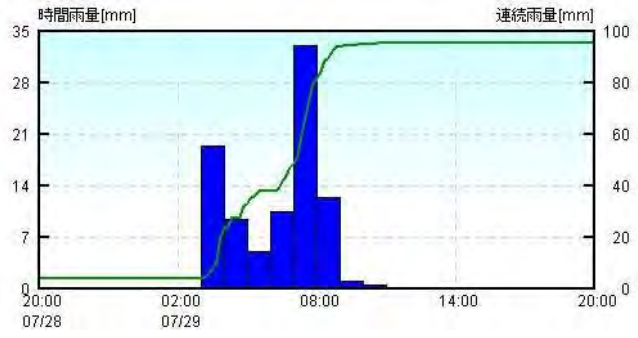
(a) 浄土寺



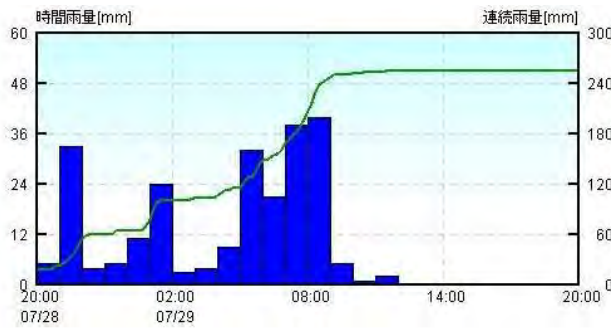
(b) 国見岳



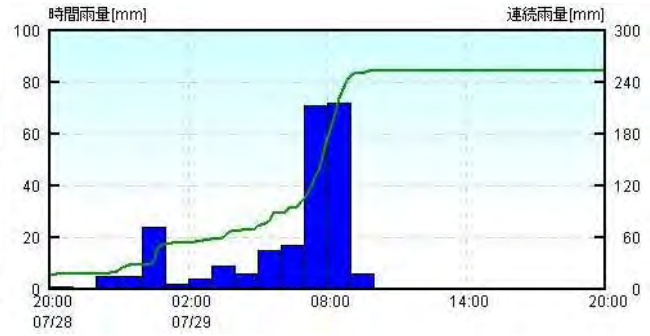
(c) 蒲生



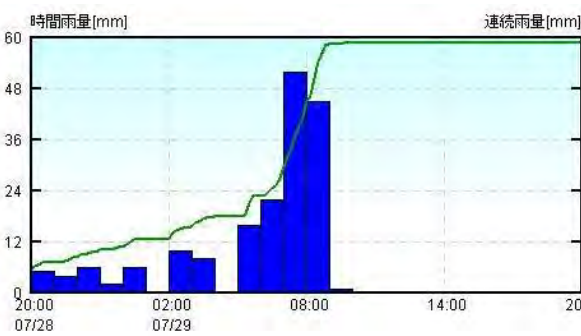
(d) 越廼 (気)



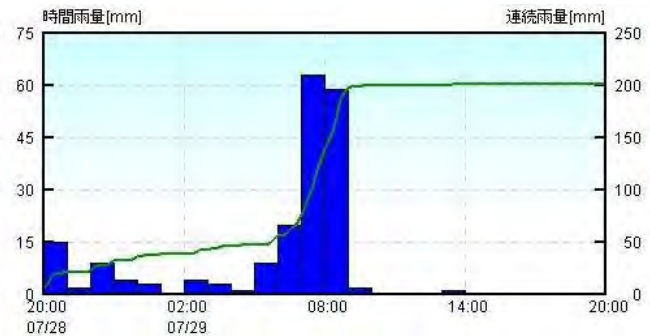
(e) 小羽



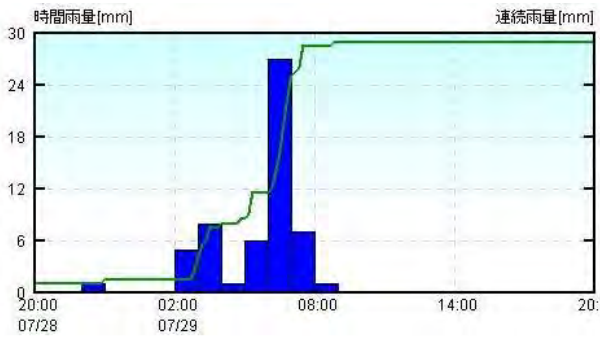
(f) 上糸生



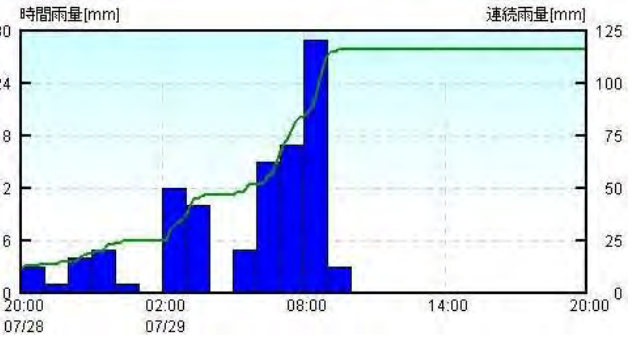
(g) 赤井谷



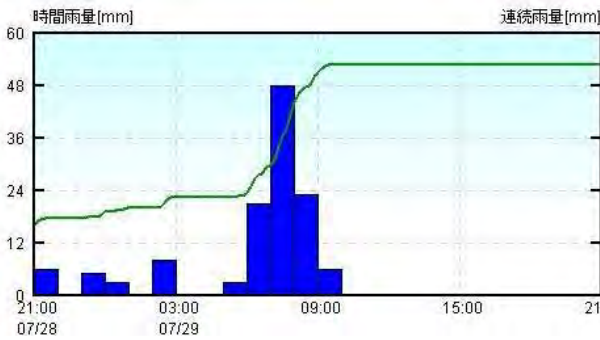
(h) 鯖江丹生分庁舎



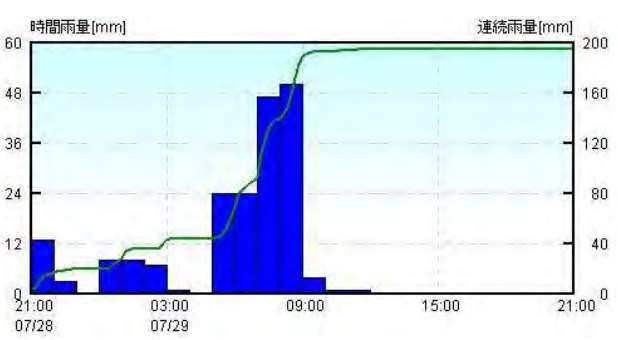
(i) 梅浦



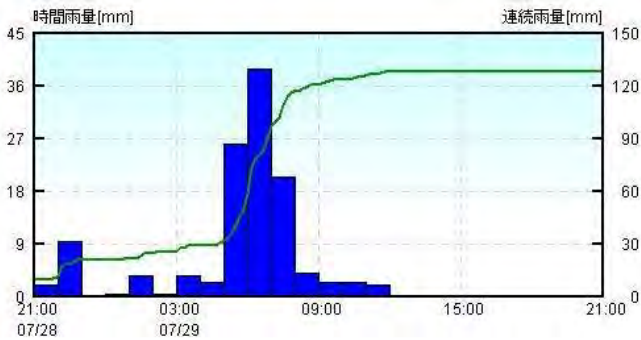
(j) 織田 (国)



(k) 西山 (鯖江市役所)



(l) 安保



(m) 福井 (気)

図-6 降雨量の時間的推移 (福井県河川・砂防総合情報)

土砂災害警戒情報の発令状況を図-7に、洪水警報の発令状況を図-8に示す。

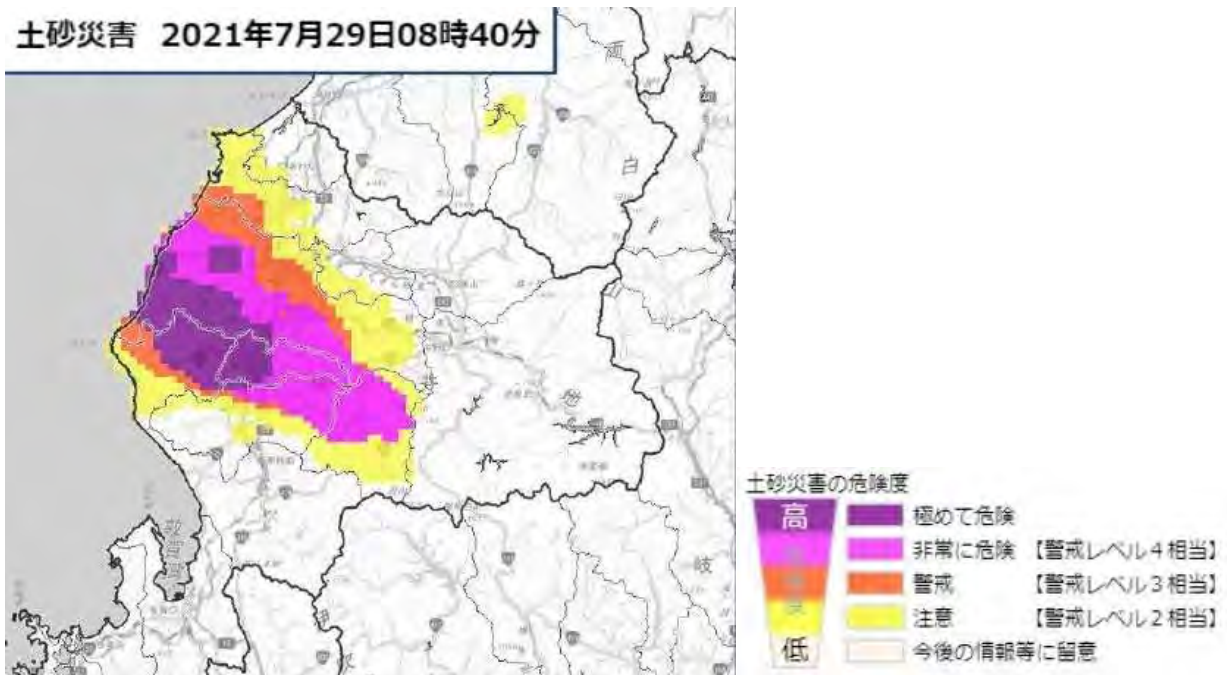


図-7 土砂災害警戒情報の発令状況

(「福井地方気象台：令和3年7月29日の大雨に関する福井県の気象速報」より引用)



図-8 洪水警報の発令状況

(「福井地方気象台：令和3年7月29日の大雨に関する福井県の気象速報」より引用)

福井県土木部砂防防災課から提供していただいた被災箇所一覧を表-1(a), (b)に示す。被災箇所の地図上の位置は図-9に示す。表-1(a), (b)で、右端欄の○印の個所で当調査団の現地調査を行った。

表-1 (a) 被災箇所一覧 福井県管理の被災箇所 (福井県土木部砂防防災課)

No	河川・路線	地係	被災内容	被災規模	
1	足羽川	福井市大瀬町	堤防法面崩壊	左岸 L=8m, H=5m	○

2	志津川	福井市和田町	ブロック張り護岸崩壊	左岸 L=18m, H=2m	
3	志津川	福井市大森町	堤防決壊	左岸 L=35m, H=2m	○
4	志津川	福井市本折町	護岸崩壊	右岸 L=27m, H=4.0m	
5	志津川	福井市本折町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=12m, H=4.5m	
6	志津川	福井市清水畑町	護岸崩壊	左岸L=20m, H=4m, 右岸L=15m, H=4m	
7	志津川	福井市清水畑町	護岸崩壊	右岸L=9m, H=4m, 左岸L=14m, H=4m	
8	志津川	福井市清水畑町	ブロック積護岸崩壊	右岸L=11m, H=4.5m, 左岸L=6m, H=4.5m	○
9	七瀬川	福井市中町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=20m, H=6m	
10	七瀬川	福井市一王子町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=20m, H=3m	○
11	七瀬川	福井市西荒井町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=30m, H=3.5m	
12	七瀬川	福井市西荒井町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=20m, H=5.0m	
13	山内川	福井市山内町	ブロック積護岸崩壊	左岸L=25m, H=2.5m, 右岸L=36m, H=2.5m	
14	平尾川	福井市平尾町	ブロック積護岸崩壊	左岸L=7m, H=3.5m, 右岸L=3m, H=3.5m	
15	高須川	福井市両橋屋町	ブロック積護岸天端流出	左岸L=35m, H=1m, 右岸L=35m, H=1m	
16	高須川	福井市市ノ瀬町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=20m, H=3m	○
17	高須川	福井市市ノ瀬町	護岸崩壊	右岸 L=13m, H=3.5m	
18	高須川	福井市市ノ瀬町	ブロック積護岸背面流出	右岸 L=36m, H=2m	
19	高須川	福井市市ノ瀬町	ブロック積護岸崩壊	右岸 L=15m, H=3.5m	
20	高須川	福井市高須町	護岸崩壊	左岸L=4m, H=3.5m, 右岸L=25m, H=3.5m	
21	高須川	福井市高須町	護岸崩壊	右岸 L=20m, H=2.5m	
22	高須川	福井市高須町	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=50m, H=3.5m	○
23	天王川	越前町茱原	土羽護岸崩壊	左岸 L=40m	
24	越知川	越前町牛越	天然河岸崩壊	右岸 L=300m, 護岸背面土砂流出 L=5m	
25	越知川	越前町下糸生	法枠中詰流出	右岸 L=70m	
26	越知川	越前町上糸生	ブロック積護岸崩壊	右岸 L=15m	○
27	越知川	越前町上糸生	堤外水路破損	左岸 L=24m, 護岸破損左岸 L=10m	○
28	越知川	越前町上糸生	ブロック積崩壊	右岸 L=7m	
29	越知川	越前町上糸生	護岸破損	右岸 L=11m, 左岸 L=5m	
30	越知川	越前町上糸生	護岸背面土砂流出	右岸 L=77m	
31	燈豊川	福井市燈豊町	石積護岸崩壊	左岸 L=45m, H=2m	
32	尼ヶ谷川	福井市尼ヶ谷町	石積護岸崩壊	左岸 L=7m, H=1.9m	
33	尼ヶ谷川	福井市尼ヶ谷町	石積護岸崩壊	右岸 L=6m, H=3.0m	
34	足谷川	福井市足谷町	護岸背面土砂流出	左岸 L=5m, H=3.5m	
35	坂谷川	福井市大年町	石積護岸崩壊	右岸 L=2m, H=2.5m	
36	坂谷川	福井市大年町	石積護岸崩壊	右岸 L=5m, H=1m	
37	坂谷川	福井市大年町	石積護岸崩壊	右岸 L=8m, H=2.5m	
38	荒谷川	福井市荒谷町	石積護岸崩壊	右岸 L=5m, H=2m	

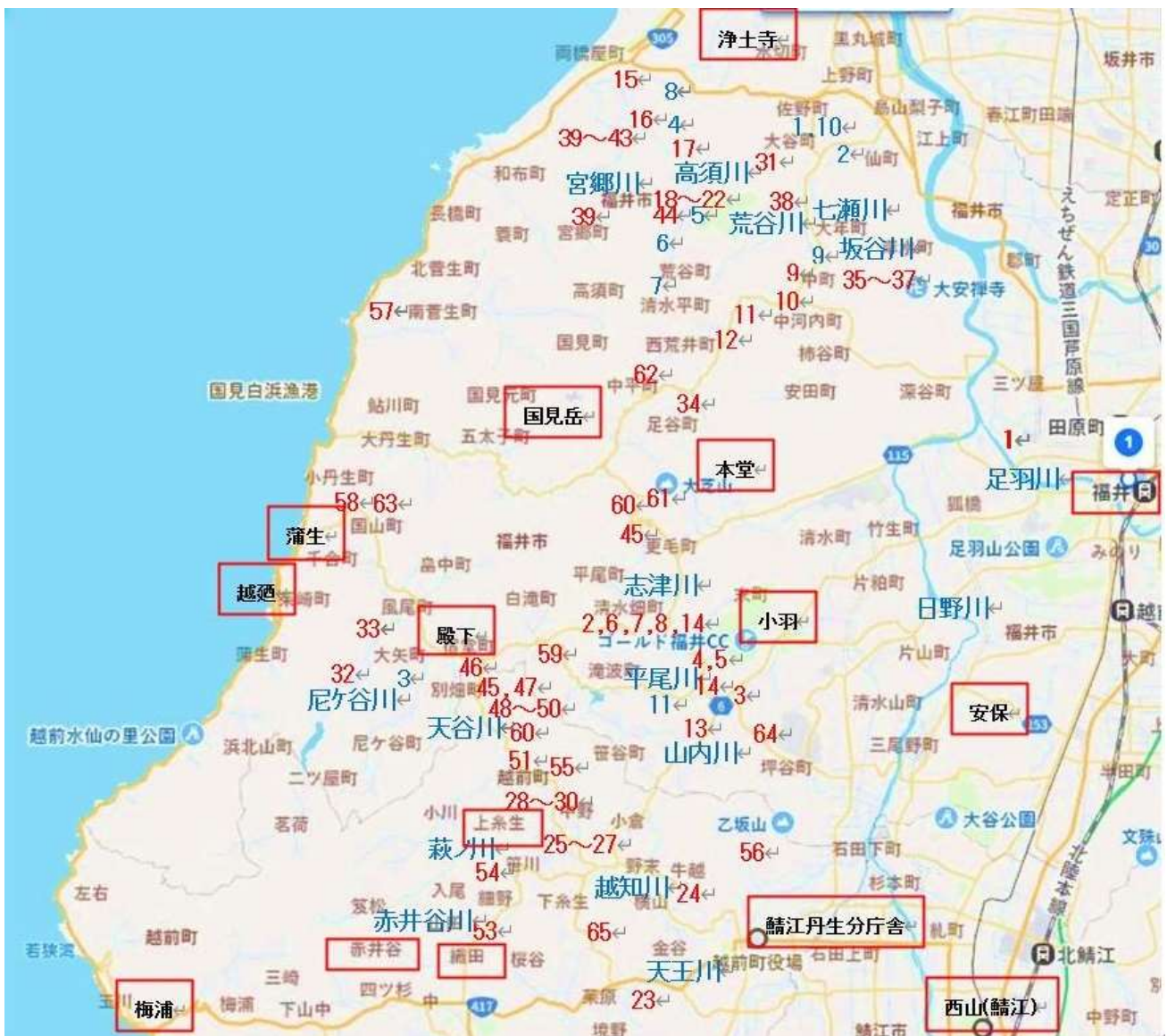
39	宮郷川	福井市宮郷町	ブロック積護岸破損	左岸 L=3m, H=2.5m	
40	宮郷川	福井市宮郷町	ブロック積護岸破損	右岸 L=10m, H=4m, 左岸 L=5m, H=4m, 左岸 L=2m, H=4m, 左岸 L=2m, H=4m	
41	宮郷川	福井市宮郷町	ブロック積護岸基礎沈下	左岸 L=5m, H=5m	
42	宮郷川	福井市宮郷町	ブロック積護岸崩壊	右岸 L=25m, H=3m	
43	宮郷川	福井市宮郷町	ブロック積護岸背後吸出	左岸 L=3m, H=3m	
44	高須川	福井市高須町	ブロック積護岸崩壊	左岸L=20m, H=3.0m, 右岸L=20m, H=3m	
45	志津川	福井市清水畑町	ブロック積護岸崩壊	右岸L=10m, H=3.5m, 左岸L=8.5m, H=3.5m	
46	天谷川	越前町天谷	石積護岸基礎部崩壊	左岸 L=4m	○
47	天谷川	越前町天谷	石積護岸崩壊	左岸 L=10m	
48	天谷川	越前町真木	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=9m	
49	天谷川	越前町真木	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=18m	
50	天谷川	越前町真木	石積護岸崩壊	左岸 L=20m	
51	天谷川	越前町真木	ブロック積護岸	斜面崩壊, 擦付部崩壊, 背面吸出	○
52	越知川	越前町小川	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=14m	
53	赤井谷川	越前町山田	ブロック積護岸崩壊	右岸 L=24m	
54	萩ノ川	越前町笹川	ブロック積護岸背後吸出	左岸 L=21m	
55	中野川	越前町中野	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=18m	
56	柄川川	越前町柄川	ブロック積護岸崩壊	左岸 L=7m	
57	国道 305 号	福井市南菅生町	土砂流出	L=50m	○
58	福井四ヶ浦線	福井市国山町	土砂流出	L=40m	○
59	福井四ヶ浦線	福井市白滝町	路肩ブロック積崩壊	L=15m H=4m	
60	福井大森河野線	福井市末町	路肩盛土崩壊	L=30m	
61	福井大森河野線	福井市末町	路肩盛土崩壊	L=30m	
62	福井大森河野線	福井市奥平町	土砂流出	L=25m	
63	福井四ヶ浦線	福井市国山町	兼用護岸洗堀	車道舗装沈下 L=13m	○
64	清水美山線	福井市坪谷町	ブロック積崩壊	土砂流出 L=30m	○
65	糸生宮崎線	越前町茶原	自然法面崩壊	L=20m	

表-1 (b) 被災箇所一覧 市町管理の被災箇所 (福井県土木部砂防防災課)

No	河川・路線	地係	被災内容	被災規模	
市 1	大谷川	福井市大谷町	護岸欠損	L=10m	
市 2	大谷川	福井市八幡町	護岸欠損	L=10m	
市 3	別畑川	福井市別畑町	埋そく	L=39m	
市 4	市道西部 1-290 号線	福井市市ノ瀬町	法面崩壊	L=20m	○
市 5	市道西部 1-406 号線	福井市高須町	路肩崩壊 L=40m	舗装版洗堀 L=60m	○
市 6	市道西部 1-362 号線	福井市高須町	側溝破損 L=110m	法面崩壊 L=30m	○

市 7	市道西部 1-290 号線	福井市高須町	法面崩壊L=16m	路肩崩壊 L=16m	
市 8	市道西部 1-122 号線	福井市浜別所町	路肩崩壊L=15m	石積崩壊 L=15m	
市 9	市道西部 1-209 号線	福井市中町	ブロック積崩壊	L=20m	
市 10	市道西部 1-194 号線	福井市大谷町	法面崩壊	L=10m	
市 11	市道 507 号線	福井市笹谷町	路肩崩壊	L=21m	

図-9 に、福井県管理と市町管理の被災箇所位置、雨量観測位置を示す。被災箇所位置の番号は表-1 の No.に対応している。雨量観測位置は図-6 の雨量観測箇所と対応している。図-6 の雨量観測箇所ですれ積雨量が 200mm を超えた雨量観測箇所付近に、被災箇所が集中していることが分かる。



赤番号：福井県管理の被災位置（表-1a），青番号：市町管理の被災位置（表-1b），
赤枠；雨量観測位置（図-6）

図-9 被災箇所の位置

第2章 道路の被害

2.1 斜面崩壊

2.1.1 被災 No. 57 土砂流出

被災場所：福井市南菅生町 国道305号

被災規模：土砂流出 L=50m

被災原因：海岸段丘地形である。段丘末端における谷地形（集水地形）に相当し、平常時に流水は認められないが、豪雨時には流水が多くなるようである。谷地形（溪流）上部で基盤岩と表土間のすべりによる表層崩壊が生じたとみられる（写真-5,6, 福井土木事務所提供）。この表層崩壊土砂が土石流化したとみられ、土石流が道路際擁壁の切れている階段工の部分から道路に流出した。溪流は元々のガリ浸食か土石流で新たに掘れた跡が見られる。道路際擁壁の上部に擁壁とみられる構造物がある（写真-9,10）。
対応：道路際擁壁上部の擁壁（写真-9,10）の建設経緯が不明であるが、この擁壁を超える土砂流出が今後も発生するとして、階段工はなくして道路際擁壁をかさ上げすることが望ましい。



図-1 土砂流出箇所（赤丸，国土地理院）



写真-1 土砂流出直後



写真-2 土砂流出直後



写真-3 流出土砂の集積



写真-4 応急復旧



写真-5 溪流上部 (福井土木事務所)



写真-6 溪流上部 (福井土木事務所)



写真-7 道路から見た全景



写真-8 道路から見た全景



写真-9 道路際擁壁上部の擁壁



写真-10 道路際擁壁上部の擁壁



写真-11 道路際擁壁の階段工



写真-12 道路際擁壁の階段工



写真-13 道路際擁壁の階段工



写真-14 道路際擁壁の上部

2.1.2 被災 No. 58 土砂流出

被災場所：福井市国山町 主要地方道 福井四ヶ浦線

被災規模：土砂流出 L=40m

被災原因：災害調査を受注している当調査団員によると、現道から約 200m 上部の林道（写真-2，Google Earth）が崩壊して土石流化し、溪流に沿って流下して現道に流出したとのことである。土砂流出前の既設谷止め工（写真-1，Google Earth のストリートビュー）。谷止め工の水通し直下にはサイズの大きい集

水柵があり，普段から土砂流出が発生していたようである。既設の仮設ネットもあった。地形図（国土地理院地図）では，上部の林道の標高 140m，土砂流出点の標高 50m で高低差は約 90m となる。林道と現道水平距離は約 146m で平均の傾斜角は約 32°となる。急勾配のため，溪流の土砂も巻き込んで土石流となり土砂が流出したと考えられる。

対応：溪流に対する道路管理者の対策は限界があるので，道路際の谷止め工や維持管理のしやすい排水施設が望まれる。今後の土砂流出には，道路交通に直接影響の出ない緩衝エリア設置が理想であるが，用地の確保が難しく技術的工夫が必要である。



図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 被災前のストリートビュー（Google Earth）



写真-2 被災箇所上部の地形（Google Earth）



写真-3 被災直後



写真-4 被災直後

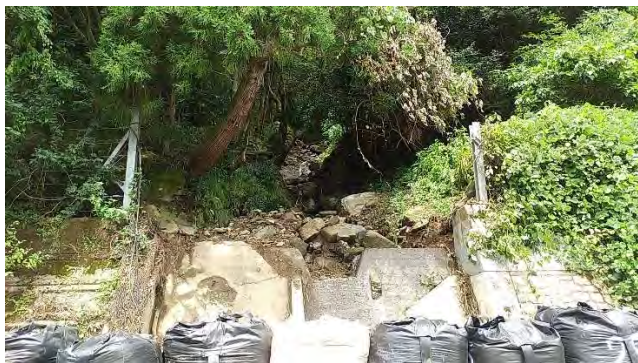


写真-5 既設の谷止め工



写真-6 既設の谷止め工



写真-7 既設の谷止め工

2.1.3 被災 No. 64 ブロック積み崩壊

被災場所：福井市坪谷町 主要地方道 清水美山線

被災規模：土砂流出 L=30m

被災原因：航空写真（国土地理院 HP）によると道路建設は 1975 年頃で、当該斜面は切土斜面と推測される（写真-15）。崩壊前にはブロック積み擁壁に加えて落石防護フェンスが設置された箇所もある（写真-1, Google Earth）。崩壊箇所付近に樹木は生えておらず、下草のみだったようである（写真-1, 赤枠）。崩壊箇所周辺の植生は竹である。ブロック積み擁壁の上部斜面が崩壊して下部の擁壁が崩壊したようである。斜面崩壊幅約 16.5m, 高さ約 10m である。斜面崩壊面の上部は長い緩斜面となっており、遷急線から崩壊が発生したようである。崩壊面の地質は安山岩である。斜面崩壊部の左右で露岩が見られ（写真-10）、中央部分は土砂で、小さな沢形状であったとのことである（中央部分の基盤岩の分布は両側部より浅い可能性がある）。斜面崩壊面からかなりの湧水を確認でき（写真-6～9）、上部の緩斜面から浸透した多量の水が斜面に供給されたことで地下水位が上昇し、斜面と擁壁が共に崩壊したと考えられる。

対応：斜面の排水処理対策や豪雨時の地下水位上昇を考慮した設計が必要となる。



図-1 位置図 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 崩壊前のストリートビュー (Google Earth)



写真-2 崩壊直後



写真-3 全景



写真-4 全景（左側から）



写真-5 全景（右側から）



写真-6 崩壊面中央部の湧水



写真-7 湧水状況



写真-8 湧水状況



写真-9 湧水位置



写真-10 右側部の露岩



写真-11 右側部の石段



写真-12 左側部で残った擁壁



写真-13 右側部で残った擁壁



写真-14 現地踏査の写真から作成した 3D モデル



写真-15 1975.10.27 撮影の空中写真（国土地理院 空中写真閲覧サービス）

2.1.4 被災 No. 市 4 法面崩壊

被災規模：法面崩壊 L=20m

被災場所：福井市市ノ瀬町 市道西部 1-290 号線

被災原因：集中豪雨で頻発する、表土と基盤岩（透水性が低い）の境界における表層崩壊である（写真-5～8）。勾配約 30°の崩壊面が平滑な流れ盤を形成しており、透水性は低いと考えられる。周辺の斜面は勾配が緩く、古くより定期的に流れ盤に沿った表層崩壊を繰り返していると推察される。基盤岩は流紋岩質凝灰岩で、ハンマーで削れる程度の硬さの軟岩である（写真-6～10）。崩壊面に湧水は見られなかった。崩壊した箇所としなかった箇所で植生状況に違いは確認できなかった。直根は崩壊面の基盤岩に達していない。崩壊箇所はやや集水地形である。崩壊土砂は含水比が高いために流動化し、斜面下の道路を超えて河川際まで到達した（写真-1～4）。

対応：近傍にも崩壊跡が見られるため、今後も近傍で崩壊が発生する可能性がある。



図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 崩壊直後



写真-2 崩壊直後



写真-3 崩壊土砂の流動



写真-4 崩壊土砂の流動



写真-5 崩壊面



写真-6 崩壊面の露岩



写真-7 崩壊面の露岩



写真-8 崩壊面の露岩



写真-9 上部から見た崩壊面



写真-10 基盤岩

2.1.5 その他の斜面崩壊事例

当調査団は現地踏査を行っていないが、以下の斜面崩壊事例が報告されている。



被災 No.62 土砂流出



被災 No.65 自然法面崩壊



被災 No. 市 7 法面崩壊



被災 No. 市 10 法面崩壊

2.2 路肩崩壊・側溝破損

2.2.1 被災 No. 市 5 路肩崩壊など

被災場所：福井市高須町 市道西部 1-406 号線

被災規模：路肩崩壊 L=40m, 舗装版洗堀 L=60m

被災原因：急な縦断勾配が長く続く道路である。被災個所の約 50m 上流山側で斜面の崩壊があり、これにより山側側溝は閉塞され、道路脇と道路面を水が流れ下ったようである（写真-1～4）。被災個所より上流側はオープンカットであるため、道路面が水路のようになったとみられる。アスファルト層が掘じれて浮き上がるほど路盤を脆弱化させたところも見られた（写真-4, アスファルト層が捲りあがっている状況はあまり目にしない現象である）。舗装の下に水みちができ、舗装が浮いた可能性がある。通常想定する側溝の排水容量を超える集中的な降雨があったとみられ、被災個所上流側の道路横断水路の部分で大量の水が溢れたようである（写真-5）。被災個所は道路がややカーブしており（写真-1）、局所的な谷地形を盛土した個所である。被災個所では、谷側の山がなくなるため、道路を流れ下った表流水が路肩から盛土斜面に流下し、路肩崩壊に至ったと考えられる（写真-5～13）。路肩崩壊個所では約 2m 厚の盛土層が崩壊している（写真-13）。盛土層の下位は基盤岩の火砕岩である。路肩崩壊個所の近傍では舗装面にクラックが多く、この付近は元々崩壊地形と考えられる。

対応：再度災害防止のためには、道路縦断のより高い位置での山側への横断水路の設置と山側水路の大型化が考えられる。



図-1 位置図 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 全景



写真-2 谷側側溝の溢れ



写真-3 谷側側溝の溢れと被災



写真-4 山側側溝付近の舗装の掘り上がり



写真-5 横断水路（白矢印）と溢水による洗堀（谷側）



写真-6 溢水による洗堀（谷側）



写真-7 溢水による洗堀（谷側）



写真-8 溢水による洗堀（谷側）



写真-9 路肩崩壊（谷側）



写真-10 路肩崩壊（谷側）



写真-11 路肩崩壊（谷側）



写真-12 路肩崩壊（谷側）

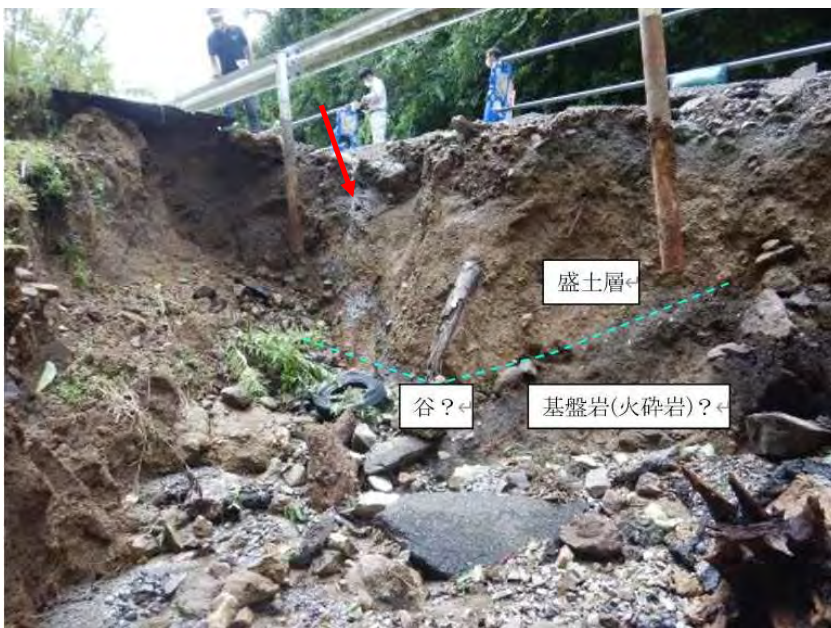


写真-13 路肩崩壊（谷側，下から撮影）

2.2.2 被災 No. 市 6 側溝破損，法面崩壊

被災場所：福井市高須町 市道西部 1-362 号線

被災規模：側溝破損 L=110m，法面崩壊 L=30m

被災原因：溪流の道路横断暗渠管が上流からの岩石や土砂で閉塞してオーバーフローしたとみられる（写真-1～4）。オーバーフローした流水と土砂が道路面を流れ下り側溝や路肩を浸食している（写真-5～11）。下流部では、やや規模の大きい路肩崩壊が生じている（写真-11）。付近では、他の斜面崩壊も見られた（写真-12）。

対応：溪流の規模に比べて道路横断暗渠管の径がやや小さいようである。暗渠管の閉塞防止対策や流量増加対策が必要であろう。



図-1 位置図 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 道路横断暗渠管 (上流側)



写真-2 道路横断暗渠管 (上流側)



写真-3 道路横断暗渠管 (上流側)



写真-4 道路横断暗渠管の上流部



写真-5 道路横断暗渠管（下流側）



写真-6 道路横断暗渠管（下流側）



写真-7 道路横断暗渠管（下流側）路肩崩壊



写真-8 溢水の道路部流下（災害直後，下流部から）



写真-9 上流部からみた路肩洗堀（谷側）



写真-10 下流部からみた側溝破損（山側）



写真-11 下流部での路肩崩壊（谷側）



写真-12 付近で見られた他の斜面崩壊

2.2.3 その他の路肩崩壊事例

調査団は現地踏査を行っていないが、以下の路肩崩壊事例が報告されている。



被災 No.59 路肩崩壊



被災 No.60 路肩崩壊



被災 No.61 路肩崩壊



被災 No. 市 8 路肩崩壊



被災 No. 市 9 路肩崩壊



被災 No. 市 11 路肩崩壊

2.3 道路被害のまとめ

2.3.1 斜面崩壊

1) 被災の特徴

- ・現地踏査を行った斜面崩壊個所の被災 No.57, 64, 市 4, 51 (被災 No.51 は河川の被害で報告) は表層崩壊である。
- ・被災 No.57, 市 4, 51 は基盤岩上の表層すべりであり、透水性の低い基盤岩と表層の境界部で地下水位が上昇することにより、すべりが生じる、豪雨でよく見られる様式の崩壊である。
- ・被災 No.64, 51 では崩壊面から湧水が見られ、斜面の背後からも水が斜面内に供給されたことにより、やや規模の大きい斜面崩壊となったようである。
- ・崩壊斜面下部が傾斜地形であった No.57, 58, 市 4 では、含水比の高い崩壊土砂が土石流化して、崩壊土砂の移動距離が大きくなっている。発生源の微地形は、No.57 が小さな沢形状、No.58 が林道である。
- ・現地踏査個所数は少ないが、地質による偏りは認められない。
- ・斜面上部が谷地形や弱い集水地形で、斜面内に降雨表流水が浸透しやすい地形が多い。
- ・現地踏査を行っていない斜面崩壊個所も表層崩壊とみられる。
- ・以上のような特徴は、過去の短時間の集中豪雨災害で報告されている斜面崩壊の特徴と一致している。

2) 今後の対応

- ・溪流化した谷地形では、今後も土砂流出が続くので、谷止め工や排水施設の設置が必要となる。このような谷地形は道路沿線には多数あり、谷地形のすべての土砂流出を防ぐことは難しいので、道路側からの対策としては、一時的に蓄えられる谷止め施設を設置し、道路交通に直ちに影響しないような対策が求められる。
- ・今回の被災斜面の近傍にも崩壊跡が見られたため、今後も近傍で崩壊が発生する可能性がある。湧水個所の排水処理や豪雨時の地下水位上昇を考慮した対策が必要となる。復旧工事、道路パトロール時の点検、新設工事などの機会に、地盤状況や微地形をよく観察して対応することが重要である。

2.3.2 路肩崩壊・側溝破損

1) 特徴

- ・現地踏査を行った被災 No. 市 5, 市 6 は溪流や側溝から溢れた水が道路表面を流下し, 斜面部で路肩崩壊を起こしている。側溝から流水が溢れることで, 側溝の周辺や側溝自体が破損している。
- ・現地踏査を行った路肩崩壊個所は, やや急勾配の坂路であった。
- ・側溝がないか, あるいは豪雨に対する側溝の容量不足が路肩崩壊の原因となる場合が多い。
- ・路肩崩壊を起こした斜面の規模によっては大規模な斜面崩壊につながる恐れがある。

2) 今後の対応

- ・最初に溢水する個所では側溝や横断管路を大きくするか, 集水柵などで水流を緩める対策が効果的である。
- ・豪雨で溢水する個所は通常の雨でも溢れやすい個所であり, リスクを把握しやすい。日常の維持管理上の小さな被災でも, 現状復旧だけでなく, 少し工夫した改良を積み重ねていくことが重要である。

第3章 河川の被害

3.1 堤防

3.1.1 被災 No.1 堤防法面崩壊

被災場所：福井市大瀬町 一級河川 足羽川左岸

被災規模：法面崩壊延長 8m、高さ 5m

被災原因：被災箇所は市道西環状線や堤防天端道路からの表流水が集まりやすい地形であった(写真-6)。普段から道路の表流水が被災箇所を流下していたとの地元住民の意見があった。堤防天端アスファルトには、今回の崩落に伴う新しい亀裂(写真-3)の他に、被災箇所の近傍に亀裂が多く補修跡がある(写真-4)。今回の大雨で、堤防天端道路の表流水が堤防法面を流下したことで、舗装の亀裂から表流水が浸透して法面崩壊が生じたと推定される。

対応：復旧は原形復旧だけでなく、排水処理の適正化が必要となる。似た地形の他の箇所における予防的な対応も必要である。崩壊箇所下流側のブロック積み端部も前面に傾く変状が見られるため、今後注意する必要がある。



図-1 位置図(赤丸, 国土地理院)



写真-1 全景



写真-2 全景



写真-3 崩壊部上部の新しい亀裂



写真-4 舗装の古い亀裂と補修跡



写真-5 崩壊直後（上部から）



写真-6 集水地形

3.1.2 被災 No.3 堤防決壊

被災場所：福井市大森町 一級河川 志津川左岸

被災規模：堤防決壊 延長 35m, 高さ 2m

被災原因：堤防決壊箇所を図-1 に示す。①決壊箇所の上流で志津川と支流が合流している（図-1）、②河川が合流し、流量が増えた状態で河道がカーブし流れの方向が変わる（図-1、写真-7）、③右岸より左岸堤防高さが低い（写真-5）、④決壊箇所の下流からは川幅が狭くなるため、決壊箇所付近で水位が上昇する（写真-4）、⑤地形的に周辺山地からの雨水が集中する、などが重なって、越流または浸透により堤防（盛土）が浸食されて決壊に至ったと考えられる。堤防裏法面の耐浸食性も弱く、越流または浸透した堤内地法面の足元で洗堀を受け堤防が次第にえぐられて決壊したとみられる。決壊後に付近の民家では床上浸水が生じた。左岸天端のアスファルト舗装が農地（水田）に流されていた（写真-10）。越流水に勢いがあったことと、高水敷が存在したため、横断的に堤内側の堤防がえぐられていた（仮復旧の大型土のうは堤内側 3 段に対し、堤外側 2 段であった、写真-11,12）。決壊箇所上流部の護岸の崩壊は、決壊により局所的に流速が上がり、崩壊に至ったと考えられる（写真-13）。決壊箇所の左岸（南側）には水田が広がっているが、水が付きやすいことが伝承され、住宅が作られて来なかったとの説明があった（写真-1）。住民からは川幅を広げて欲しいという要望もあったようである。

対応：結果論として、越流または浸透破壊しやすい個所であったと言えるが、日常の河川管理でリスクを考慮することは難しかったかもしれない。古い時代の堤防構築とすると、堤体に脆弱な部分があったり、モグラ穴などにより老朽化した可能性も考えられる。今回決壊しなかった部分の堤体の地盤調査を検討することも必要である。今回の被災を教訓として似たような条件の個所がないかを点検・補強する必要がある。可能なら原形復旧より、確率年を揃えた断面の復旧工法が望ましい。



図-1 決壊箇所（赤丸，国土地理院）



写真-1 全景



写真-2 決壊直後



写真-3 全景



写真-4 決壊箇所下流で川幅が狭くなる



写真-5 右岸（越流なし）



写真-6 決壊箇所上流部



写真-7 流れの方向



写真-8 越流跡



写真-9 越流跡



写真-10 流されたアスファルト舗装



写真-11 堤外側の土のう (2段)



写真-12 堤内側の土のう (3段)



写真-13 決壊箇所上流部の護岸崩壊状況

3.2 護岸(河床洗堀)

3.2.1 被災 No. 8 護岸崩壊

被災場所：福井市清水畑町 一級河川 志津川右岸と左岸 (2 箇所, 100m 以内)

被災規模：下流部右岸 L=11m, H=4.5m, 上流部左岸 L= 6m, H=4.5m

被災原因：下流部 (図-1, 写真-1~3) と上流部 (図-1, 写真 4~9) の 2 箇所で被災した。下流部・上流部とも落差工の直下流部であり，落差工による流れの変化による護岸基礎の洗堀が原因とみられる。下流部では兩岸ともに護岸が破損していた (写真-1~3)。上流部は河川合流部の下流で流量が増加したとみられる (写真-6)。上流部では護岸上部背面に表流水の流入があったようで (写真-9)，局所的に背面の水圧が上昇し，護岸崩壊の一因となった可能性がある。

対応：ブロック積みの原形復旧が妥当であろうが，落差工の直下流の河床低下防止のため，袋型根固め工などによる根固めが望ましい。護岸背面に流入する表流水の流末処理が必要である。



図-1 ブロック積み護岸の被災箇所 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 下流部左岸側の護岸破損



写真-2 下流部左岸側の護岸破損



写真-3 下流部右岸側の護岸破損



写真-4 上流部落差工

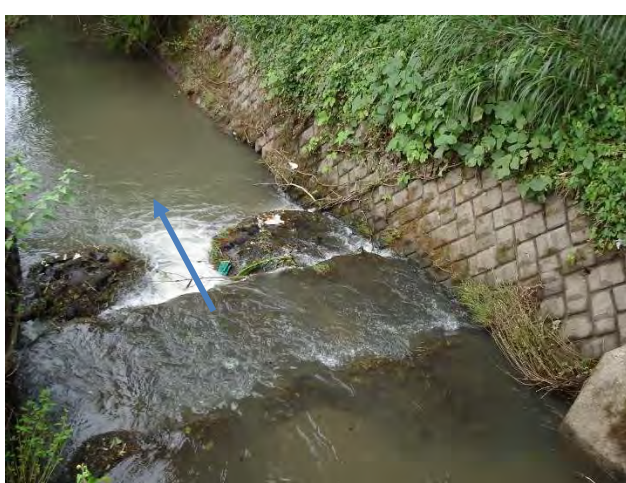


写真-5 上流部落差工



写真-6 上流部河川の合流



写真-7 上流部の護岸崩壊

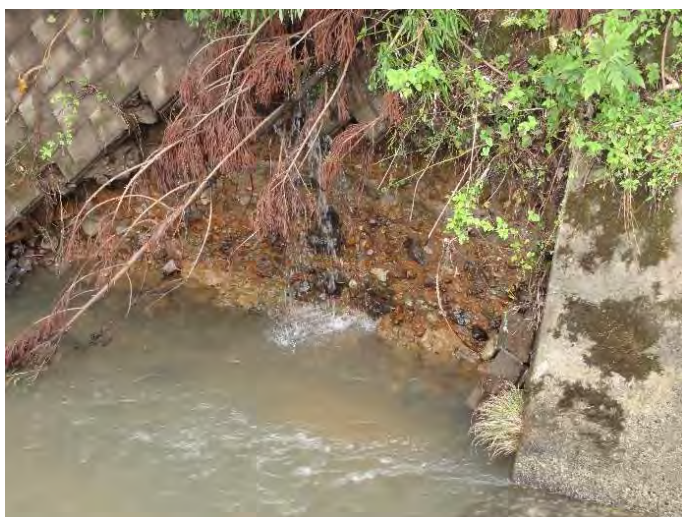


写真-8 上流部の護岸崩壊（基礎部）



写真-9 上流部の護岸崩壊（背後の流水）

3.2.2 被災 No.10 護岸崩壊

被災場所：福井市一王子町 一級河川 七瀬川左岸

被災規模：L=20m, H=3m

被災原因：ほぼ直線の流路であるが、被災箇所は出っ張っており、攻撃斜面に相当する（写真-2）。河川の合流点付近で流速が早くなる個所である。古い石積み護岸の根入れが不十分で、護岸基礎が洗堀されたとみられる（写真-1～4）。

対応：流速が早くなる個所や水衝部での根入れや、袋型根固め工などによる根固めを検討する。



図-1 位置図 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 全景



写真-2 水の流れ (下流側から)



写真-3 水の流れ (上流側から)



写真-4 石積みと基礎の状況



写真-5 上流部での流入

3.2.3 被災 No. 26 護岸崩壊

被災場所；越前町上糸生 一級河川 越知川右岸

被災規模：L=15m，河川水面から道路面の高さ約 5m

被災原因：被災部対岸のやや上流部河床に，河積を減少させるほどの露岩がみられる（写真-2）。この影響で被災箇所は攻撃斜面に相当する（写真-5,6）。このような左岸からの水流の影響が護岸崩落に関係したと推定される。河川狭小部の直下流，または水衝部の反射点という脆弱部に相当する。崩壊箇所は大昔に谷地形であった可能性がある（写真-6）。根固め工（根継ぎ工）境界部の上流側で護岸が崩落している（写真-1）。洗堀が根固め工よりさらに上流に及んだ可能性もある。河床は露岩しているとみられるが，崩壊護岸の基礎部がどのようになっていたか不明である。このような護岸基礎部の不連続性も崩壊に影響している可能性がある。被災箇所下流部の石積み面が被災箇所上流部の橋梁下の石積み面と方向がやや異なる。崩壊護岸背面のアスファルト舗装にひび割れが見られる（写真-7）。

対応：護岸基礎部の復旧工法が課題である。護岸基礎の不連続部で袋型根固め工などの洗堀防止対策を検討することが望ましい。

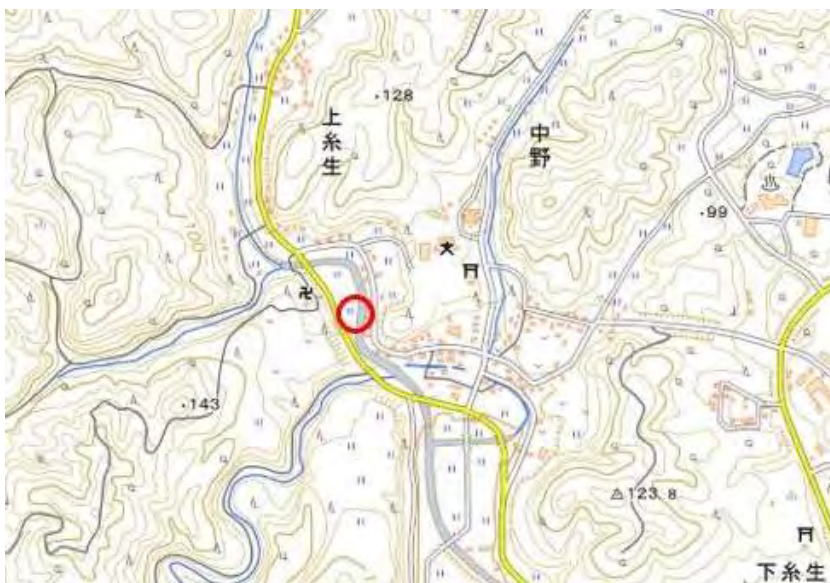


図-1 位置図 (赤丸, 国土地理院)



写真-1 全景



写真-2 左岸の状況



写真-3 被災箇所



写真-4 被災箇所



写真-5 攻撃斜面



写真-6 攻撃斜面



写真-7 護岸背面の崩壊部



写真-8 現地踏査の写真から生成した 3D モデル

3.2.4 被災 No. 46 石積護岸基礎部崩壊

被災場所：越前町天谷 天谷川左岸

被災規模：基礎部崩壊 L=4m

被災原因：建設年代が古く老朽化が著しいため、以前から補修していた箇所とのことである。根固め工（根継ぎ護岸）の上流側境界部で石積みブロックが抜けている（写真-2～6）。根継ぎ護岸の取付け延長をもう少し伸ばしておけば問題なかったと思われる。基本的には護岸の根入れ不足であり、流量の増加により損傷したとみられる。河床にみえる岩の凹凸も水流に影響したかもしれない。反対側（右岸側）は護岸ブロックを覆うように土砂が崩落していた（写真-7～9）。右岸側の一部で根固め工が破損していた。他の箇所も石積みの下方は不安定化の兆候が見られる。右岸に流入管があり、右岸の下流部には石積がない。被災箇所上流部では、堆積土砂の影響で河道が狭くなっていた（写真-10）。

対応：小規模河川も少しずつ機能復旧させて強靱化すること、溪流全体の脆弱箇所を把握して、こまめな維持管理を行うことが必要となる。



図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 全景



写真-2 左岸側全景



写真-3 左岸側被災箇所



写真-4 上流側から



写真-5 左岸側被災箇所



写真-6 左岸側被災箇所



写真-7 破損した右岸側の護岸ブロック



写真-8 破損した右岸側の護岸ブロック



写真-9 右岸側全景

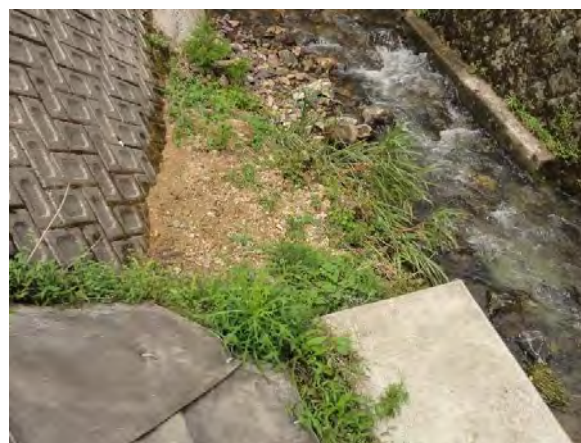


写真-10 被災箇所上流側の様子



写真-11 現地調査の写真から生成した 3D モデル

3.2.5 被災 No. 63 兼用護岸洗堀

被災場所：福井市国山町 主要地方道 福井四ヶ浦線

被災規模：車道舗装沈下 L=13m

被災原因：旧石積み護岸を埋め殺してブロック積み護岸で道路を拡幅した個所である。ブロック積み護岸基礎下の河床土砂の洗堀，吸出し，ブロック積み護岸背後の盛土材流出による道路面陥没とみられる。2 個所で河床洗堀がある（写真-7）。河道のやや水衝部であることと，落差工の下流部で水流に影響が出た可能性がある（写真-4,5）。以前から道路に変状があったとのことで，陥没前の写真でも舗装をやり直した跡（オーバーレイ）が見られ（写真-1,2），河床洗堀・土砂流出は以前から発生していた可能性がある。災害調査を受注している当調査団員によると，根継ぎ工の下部に空洞があり，2m のポールが入るほど浸食されているとの説明があった。陥没個所の内部状況（写真-10）で旧石積み護岸を確認できた。

対応：ブロック積み護岸が死に体かどうかは今回の調査では不明である。洗堀は根継ぎ工下部のコンクリートが流出している部分（根継ぎ区間最上流部）で発生しているため，根継ぎ工を行う場合の上流端には根固め工を行うなどの対処が必要と考えられる。

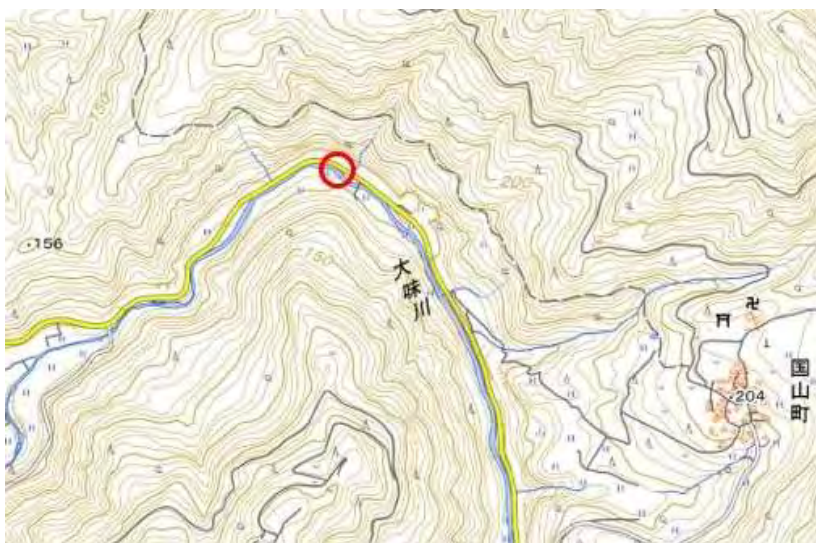


図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 陥没前のストリートビュー（上流側から）



写真-2 被災直後（上流側から）



写真-3 被災直後（上流側から）



写真-4 被災直後（下流側から）



写真-5 陥没箇所（下流側から）



写真-6 陥没箇所（上流側から）



写真-7 陥没箇所（上流側から）



写真-8 陥没箇所（上流側から）



写真-9 陥没箇所（上流側から）



写真-10 陥没箇所内部



写真-11 陥没箇所（下流側から）



写真-12 落差工（下流側から）

3.2.6 その他の河床洗掘事例

当調査団は現地踏査を行っていないが、写真から河床洗掘とみられる以下のような被災事例が報告されている。



被災 No.4



被災 No.5



被災 No.6



被災 No.7



被災 No.9



被災 No.14



被災 No.17



被災 No.20



被災 No.35



被災 No.38



被災 No.39



被災 No.40



被災 No.41

3.3 護岸(裏込め浸食)

3.3.1 被災 No.16 護岸崩壊

被災場所：福井市市ノ瀬町 二級河川 高須川左岸

被災規模：護岸崩壊 L=20m, H=3m

被災原因：急流部ではないが、護岸基礎は少し洗堀されている。河床には基盤岩（流紋岩質凝灰岩）が露出している（写真-3～6）。護岸は基礎の根入れがなく、基盤岩の上に直接設置されており（写真-8）、基礎部がどの程度強固に造られていたかがポイントになる。左岸背後の山際に農業用水路があり、排水末端が護岸内に設置されていたかどうかは不明であるが、護岸内に排水管が存在している（写真-7）。また、この農業用水路の水が溢れて河川に流れ込んだ可能性もある。護岸の上方から流下する水と河川による吸い出し、上記の護岸基礎部の要因で崩壊に至ったと考えられる。護岸背面の地下水位上昇、河床の基盤岩の凹凸による水流の乱れも考えられる。

対応：左岸背後からの表流水の処理と、基盤岩上の護岸基礎の設置方法が課題となる。



図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 全景



写真-2 全景



写真-3 河床の基盤岩



写真-4 河床の基盤岩



写真-5 河床の基盤岩



写真-6 河床の基盤岩



写真-7 護岸内の排水管



写真-8 護岸基礎の岩盤

3.3.2 被災 No. 22 護岸崩壊

被災場所：福井市高須町 二級河川 高須川左岸

被災規模：護岸崩壊 L=50m, H=3.5m

被災原因：被災箇所上流の屈曲部で越流が生じ、左岸を流下して被災箇所到达了と推定される（写

真-12)。左岸上部からの表流水が被災個所に流入した可能性もある（写真-1,2)。また、被災個所は支川との合流部でもあり、合流部から逆流して河川水位が上昇した可能性もある（写真-13)。このような複数の可能性により護岸背面の水圧が上昇し、護岸に隔壁がないため、最も水圧が作用する下流側の護岸が倒壊したとみられる（写真-3～8)。左岸側より高さの低い右岸護岸上には越流痕跡が見られない（写真-12)。被災個所下流の渡り橋上に土砂の痕跡が見られた（写真-13)。被災個所は外岸側で、やや水衝部である。
対応：護岸背後への水流入防止と水抜き対策が課題である。



図-1 位置図（赤丸，国土地理院）



写真-1 全景



写真-2 全景



写真-3 護岸崩壊個所全景



写真-4 護岸崩壊個所全景



写真-5 護岸崩壊跡



写真-6 護岸崩壊跡



写真-7 護岸崩壊跡



写真-8 上流側から



写真-9 崩壊箇所上流の護岸



写真-10 崩壊箇所上流の護岸



写真-11 この部分で水圧を受け止めた



写真-12 上流部での越流水が被災個所に到達



写真-13 渡り橋上の土砂痕跡

3.3.3 その他の裏込め浸食事例

当調査団は現地踏査を行っていないが、写真などから裏込め浸食とみられる以下のような被災事例が報告されている。



被災 No.15



被災 No.24



被災 No.25



被災 No.30



被災 No.34



被災 No.54

3.4 護岸(その他)

3.4.1 被災 No. 51 斜面崩壊, ブロック積み護岸擦付部崩壊, 護岸背面吸出し

被災場所：越前町真木 天谷川

被災原因：右岸で法面長さ約 35m, 崩壊幅約 17m, 高さ約 18.5m, 平均の斜面傾斜角約 32°のやや大規模な斜面崩壊が発生した(写真-3~8)。崩壊斜面下部(右岸)と左岸にある町道橋台保護のための取付け護岸背面から土砂の吸出しが生じた(写真-11)。斜面崩壊前のストリートビュー(写真-1, Google Earth)でスギや孟宗竹が生育している。周辺の地形(写真-2)で, 崩壊斜面の上部には水田や数軒の民家がある。斜面崩壊箇所は竹林が繁茂してことから集水地形とみられる。崩壊面で湧水も見られる(写真-3)。斜面崩壊は基盤岩上の薄い表層崩壊である。崩壊斜面の下部には露岩も見られる(写真-9,10)。河道の蛇行部であり, 護岸構造物と露岩の不連続区間でもある。豪雨により斜面内の地下水位が上昇して斜面崩壊が生じたか, 洪水により下部護岸の背面が損壊して斜面崩壊が生じたかは不明である。後述の, 隣接斜面で小規模な崩壊が生じていることから, 前者の可能性が高いと推定される。斜面崩壊対岸(左岸)の取付け護岸は損壊までは至っておらず, 洪水の影響か, 道路側からの表流水により, 護岸の端部及び背後の土砂が流出したとみられる。護岸の端部の処置が不十分だったようである(写真-11)。

対応：この溪流沿いの右岸は天然河岸が多く, その背後が崩れることで河川を埋塞させている。これが左岸の道路側護岸背面の吸出しにつながったようである。流域の倒木も多く, 維持管理上の難しい課題

である。右岸護岸は露岩部との接続，左岸護岸は積み直して隔壁を造るなどの対応が考えられる。斜面崩壊面には土砂流出防止機能を付加した植生シート設置などが考えられる。

被災 No. 51 に隣接した斜面崩壊（写真-13～15）：崩壊前のストリートビュー（写真-13，Google Earth）。上側の農地や集落にアクセスする道路沿いで，No. 51 と同様に竹林での表層崩壊である。

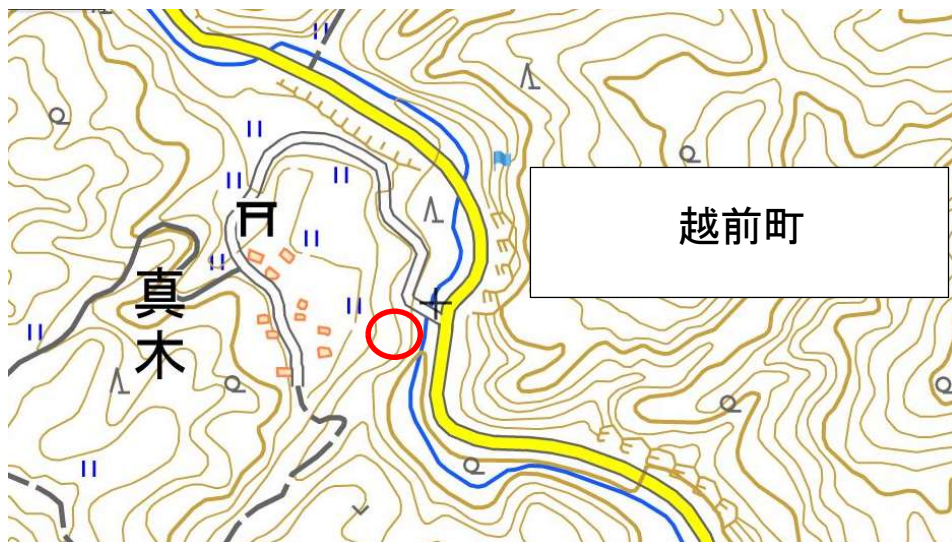


図-1 被災位置（赤丸，国土地理院）



写真-1 斜面崩壊前のストリートビュー（Google Earth）



写真-2 崩壊個所の周辺の地形



写真-3 崩壊斜面（左岸）上部の湧水



写真-4 崩壊斜面（左岸）上部



写真-5 崩壊斜面（左岸）上部



写真-6 崩壊斜面（左岸）上部



写真-7 崩壊斜面（左岸）下部



写真-8 崩壊斜面（左岸）下部



写真-9 崩壊斜面（左岸）下部の露岩



写真-10 崩壊斜面（左岸）下部の露岩



写真-11 護岸の端部



写真-12 現地踏査の写真から作成した 3D モデル

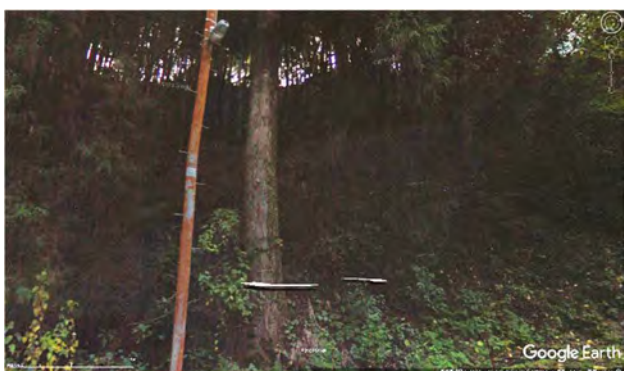


写真-13 隣接斜面の崩壊前のストリートビュー (Google Earth)



写真-14 隣接崩壊斜面



写真-15 隣接崩壊斜面

3.4.2 その他の被災事例

当調査団は現地踏査を行っていないが、写真などからは原因が不明確な以下のような被災事例が報告されている。



被災 No.9



被災 No.11



被災 No.12



被災 No.13



被災 No.18



被災 No.19



被災 No.21



被災 No.23



被災 No.28



被災 No.29



被災 No.32



被災 No.36



被災 No.42



被災 No.43



被災 No.44



被災 No.45



被災 No.47



被災 No.48



被災 No.49



被災 No.50



被災 No.52



被災 No.53



被災 No.55



被災 No.56



被災 No. 市 1



被災 No. 市 2



被災 No. 市 3

3.5 河川被害のまとめ

3.4.1 堤防

1) 被災の特徴

- ・今回の被災地域は山地であることから（第1章 図-1 参照）、掘込み河川が多く、堤防区間は少ないよう
うで堤防の被害は少なかった。
- ・被災 No.1 は大河川である足羽川堤防の法面崩壊であり、一般の斜面崩壊と同様に、降雨表流水の流れ
が集中する堤防個所の対処の必要性を示している。
- ・被災 No.3 は唯一の堤防決壊事例であるが、堤防裏法面は耐浸食性が弱く、天端からの越流水または浸
透水によって崩壊した。越流や浸透破壊の可能性が高い個所を把握する必要性を示している。
- ・堤防天端で表流水が集まりやすい個所、河川の合流個所、左右の堤防高さが違う個所、川幅が狭くな
る個所、地形的に周辺から降雨表流水が集中する個所などが脆弱な個所となる。

2) 今後の対応

- ・河川縦断的に脆弱部とみられる個所では、復旧時にその弱点が解消されるように改良して再度災害防
止を図ることが望ましい。

- ・河川横断構造的には、越流などに粘り強く耐えられる対策工法が望ましい。
- ・堤体の土質構成や脆弱化などの調査が必要である。
- ・長い堤防では上記のような脆弱部を把握し、優先度をつけて対策を実施することが望ましい。

3.4.2 護岸

1) 被災の特徴

- ・今回、護岸が被災した河川は中小の掘込み河川であり、護岸構造はブロック積みや石積み護岸がほとんどである。
- ・落差工や床固工などの直下流、根固め工の下流部など、河床構造や水流が変化するところで河床洗掘が生じやすく、護岸基礎が損傷する事例が多く見られた（被災 No. 8, 被災 No.16, 被災 No. 26, 被災 No. 46, 被災 No. 63）。
- ・河道湾曲部の外岸側、出っ張り部や狭くなった攻撃斜面、河床材料の堆積・露岩などで局所的に水流が変化するところで河床洗掘が生じやすく、護岸基礎が損傷する事例が見られた（被災 No.10, 被災 No. 26）。
- ・老朽化護岸や石積み面の方向が異なる個所、護岸基礎の根入れが不十分な個所で護岸が損傷する事例が見られた。老朽化した石積み護岸は、隙間からの吸出しや不十分な基礎の洗掘対策が課題となる（被災 No.10, 被災 No. 46）。
- ・河川水位が護岸天端を超えたり、河川の背後地から流れ込む降雨表流水、護岸背後の水路の末端処理の不具合などにより、護岸背後の水圧が上昇したり、護岸の裏込め浸食が生じて護岸が損傷・崩壊する事例が見られた（被災 No.16, 被災 No. 22, 被災 No. 51）。
- ・河川背後斜面が崩壊し、斜面下部と対岸の護岸背後の土砂流出により護岸が不安定となった事例があった（被災 No.51）。斜面崩壊による一時的な河川埋塞が原因の可能性もある。

2) 今後の対応

- ・河床洗掘対策としては、護岸基礎の定着や根入れを十分にすることが重要である。落差工や床固工などの直下流、根固め工の下流部など、河床構造や水流が変化するところでは袋型根固め工などの護床工の追加が望ましい。
- ・裏込め浸食対策としては、護岸背後の利用状況を十分に把握し、降雨表流水の処理を適切に行う、護岸裏込め部に水を集めない、集まっても速やかに排水させることが重要である。
- ・砂防河川は川幅が狭く蛇行部も多い。天然河岸や露出部、護岸構造物との不連続部分も多い。河川埋塞による土石流発生も考えられる。維持管理上の限界もあり、根本的対策は難しい。災害復旧を契機として少しでも脆弱部をなくすことが望ましい。
- ・今回多く被災したような中小の掘込み河川では、越流の可能性が高い個所を縦断的に把握することは難しい。護岸の裏込め浸食に繋がるような降雨表流水の流入個所を把握することも容易ではない。豪雨に対する脆弱部をできるだけ把握するためには、日常のパトロールで見られる異常を、特に大雨時のパトロールでは災害につながる可能性のある兆候をできる限り写真などで記録し蓄積しておくことが重要である。こうした記録は災害予測や適切な事前対策に加えて、災害調査の原因解明にも貴重な資料となる。

第4章 全体のまとめ

1. 今回の被害のまとめ

1) 今回の調査においては、短時間で極めて局所的な集中豪雨でどのような被害が発生するかを全体的に把握することを目標とした。結果としては、大規模な被害は少なかったが、被災箇所は非常に多数であった。第1章で述べたように、多数の被害が発生した地域では累積雨量が200mmを超えており、累積雨量が240mmを超えた地域もあった。多くの雨量観測位置で午前5時～9時の短時間に降雨量が集中しており、時間雨量は30～60mm/hに達している。累積雨量が200mmに達していない雨量観測位置の付近では、ほとんど被害が発生していない。平成16年福井豪雨では、5～6時間で300mmを超える豪雨があり、大規模、中小規模の膨大な数の被害が発生したが、累積雨量が200mmを超すあたりから斜面被害が生じたことが報告されている。福井県嶺北部では、短時間降雨の場合、累積雨量200mmが災害発生の日安の一つになるようである。

2) 道路の被害

- ・短時間の豪雨であったため、斜面では比較的規模の小さい表層崩壊がほとんどであった。今回発生した斜面災害を予め予測することは難しかったといえるが、危険斜面の把握は今後の大きな課題である。
- ・道路脇の谷地形から道路へ土砂が流出した。道路側からの対策には限界があり、土砂流出時に交通に対する被害を緩和する対策工法が課題となる。
- ・水路の容量不足や、降雨表流水が集中しやすい施設配置などで、側溝や横断水路に損壊が生じた。これが路肩崩壊につながった事例もあった。側溝や横断水路の脆弱部は通常の降雨でも把握しやすいので、こまめに対応していく必要がある。

3) 河川・砂防の被害

- ・被災地域は掘込み河川が多いため、堤防被害は少なく、護岸被害が多かった。堤防では、天端で表流水が集まりやすい箇所、河川の合流箇所、左右の堤防高さが違う箇所、川幅が狭くなる箇所、地形的に周辺から降雨表流水が集中する箇所などが脆弱な箇所となる。
- ・護岸では、落差工や床固工などの直下流で河床構造が変化する箇所や、攻撃斜面、河床材料の堆積・露岩などで局所的に水流が変化するところで河床洗掘が生じやすく、護岸基礎が損傷する事例が多く見られた。河川水位が護岸天端を超えたり、河川の背後地から流れ込む降雨表流水などにより、護岸の裏込め浸食が生じて護岸が損傷・崩壊する事例も多く見られた。
- ・所定の流量を超えたとき、河川縦断上の脆弱な部分があぶりだされることになる。被災箇所にはそれぞれの個別の被災理由があった。表流水の集中、越流に対する堤体の脆弱部、河床洗掘、護岸裏の水圧対策、河川への流末口、平行する水路の処理、裏込め浸食など、いずれもこれまでに繰り返し指摘されてきた課題である。復旧や新設工事、点検維持管理において、被災しにくい対策をとることで脆弱部を作らない、災害に粘り強い河川構造としていく必要がある。

2. これまでの国・自治体の災害対応からみた今回の災害

河川・道路管理者である国・自治体は、これまでの多くの豪雨災害で指摘された点について対応を行ってきている。参考資料として例えば、次の国・福井県の資料が挙げられる。

- ・国土交通省防災・減災対策本部（第4回）会議資料（R3.6.29）、「総力戦で挑む防災・減災プロジェ

クト 施策の進捗状況より」

<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/bousai-gensaihonbu/4kai/index.html>

- ・福井県砂防防災課ホームページ

<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/sabo/>

- ・福井県河川課ホームページ 流域治水について

<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kasen/seibi/ryuukichisui.html>

- ・福井土木事務所道路第二課聞き取り

これらの参考資料などに基づいて、これまでの豪雨災害に対する国・自治体の対応と、今回の豪雨災害で得られた知見・教訓を整理すると以下のようなになる。

	これまでの自然災害への対応	現在および今後の国・県の施策方針	今回の豪雨による被害	今回得られた知見・教訓
土石流 溪流 急傾斜地	砂防堰堤・急傾斜地の擁壁などの施設整備，土砂災害ハザードマップや住民説明会などのソフト対策	公共施設の被災は復旧事業。通常事業ではハード・ソフトの対策を着実に実施。災害リスク情報のさらなる周知，避難体制の構築も図る。	土砂災害警戒区域などは多数あったが、大規模被害は少ない	被災箇所予測の困難さ。災害の影響範囲の把握。
河川 砂防河川	古くから築堤・護岸などの施設整備をしてきたが近年は被害が多発	災害復旧事業において改良復旧事業の積極活用を推奨。通常事業では河川浚渫の他，調節池・水田ダムなどの流域対策，地区タイムラインの活用などのソフト対策。砂防溪流保全工の被災は原形復旧。	堤防法面崩壊・堤防決壊が発生。護岸被災は多数発生。	年数経過で施設が劣化・老朽化した脆弱箇所が被災しやすい。点検などで，脆弱箇所を早めに把握し，予防的に対処することが重要。
道路	建設時の斜面对策の他，既存斜面には落石対策やモルタル吹付け面の状況などを把握した斜面防災カルテがある。側溝などの施設は通常の維持管理で対応。	災害復旧事業を受けられる箇所は少数。崩壊しやすい箇所はパトロールで把握しているがリスト化はしていない。落石などはカルテにより把握して順次対策を実施中。他の脆弱部に対しカルテでどう扱うかについて議論がある。災害に至らない施設の損傷は多数あり個別対応になる。年々修繕費用が増加し対応に苦慮。	切土や自然斜面の崩壊，路肩崩壊，側溝破損が多数見られた	今回の小規模斜面崩壊は予測が難しい。道路脇の谷地形は把握しやすいが対応に限界。被害緩和の対策が課題。側溝や横断水路は通常の降雨水流で被害を予測しやすいので，こまめな対応が必要。

3. 今後の技術的課題

1, 2 のまとめや過去の多くの豪雨災害で指摘されてきた知見・教訓に基づいて、今後の技術的な課題として例えば以下の項目が挙げられる。どれも難しい課題であるが、今後の技術的な進展が期待される。

- ・どのような地形、地質で斜面崩壊・土石流、河川・砂防災害が発生しやすいか
- ・雨量・降雨パターンと斜面崩壊・土石流発生や河川・砂防災害との関係性の把握
- ・斜面崩壊・土石流や河川・砂防災害が発生したときの影響範囲の把握
- ・予防的な斜面安定性評価のための簡便な調査手法の開発
- ・予防保全としての斜面安定対策工法、河川・砂防災害防止対策工法の開発
- ・被害が発生しても完全に崩壊しない粘り強い構造の開発
- ・過去の斜面崩壊・土石流、河川・砂防災害の履歴の把握
- ・点検・パトロール時に得られた情報を記録して活用できる仕組み
- ・把握された脆弱部をリスト化して予防保全に利用しやすくする仕組み
- ・既存データ・システムの有効活用
- ・住民や利用者への防災広報・災害通知